Aus der Chirurgischen Universitäts-Klinik, Berlin, Ziegelstraße
Direktor: Prof. Dr. P. Rostock

Über die Form und Lokalisation der Wirbelbrüche

Dissertation

zur

Erlangung des Medizinischen Doktorgrades

an der

Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin

vorgelegt von

Wolfgang Jäckel

approb. Arzt aus Berlin

Tag der Promotion: 23. Dezember 1939

Buchdruckerei Franz Linke, Berlin NW 7, Marienstr. 13

M 397

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. L. Kreuz
Referent: Prof. Dr. P. Rostock

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die typische Bruchform der Wirbelkörper ist die Keilform, die durch die beugenden Kräfte der auf die Wirbelsäule einwirkenden Gewalten erklärt wird; dabei zeigt die Spitze des entstehenden Keiles fast regelmäßig nach vorn und nur in Ausnahmefällen nach der Seite.

Sollte die Ursache dieser charakteristischen Bruchform wirklich ein Beugemechanismus sein, bei dem die Wirbelsäule im Sinne eines Biegungsbruches beansprucht wird, so müßte auch einmal ein Keil mit der Spitze nach hinten entstehen können, nämlich dann, wenn bei aufrecht stehenden Menschen eine in der Längsachse der Wirbelsäule einwirkende Gewalt zu einem Bruch in der Lendenlordose führt, ohne daß es dabei zu einer Beugung nach vorne kommt; oder dann, wenn sogar eine Beugung nach hinten eintritt.

An Hand von Krankengeschichten, Gutachten und Röntgenbefunden und an Hand von Literaturangaben soll in dieser Arbeit gezeigt werden, welche Faktoren die charakteristische Keilform und damit im Zusammenhang die verschiedene Häufigkeit der Wirbelkörperfrakturen in den einzelnen Abschnitten der Wirbelsäule erklären können.

Als Material lagen der Arbeit Krankengeschichten, Gutachten und Röntgenbefunde der Chirurgischen Universitätsklinik (Prof. Rostock) aus der Zeit 1933 bis einschließlich 1938 zugrunde.

Am Anfang sei eine kurze Uebersicht über das zur Verfügung stehende Material gestattet:

Es handelte sich um insgesamt 14 Fälle von Frakturen an der Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule, die in 5 Jahren zur Behandlung kamen. Davon waren:

125 Kompressionsfrakturen mit 141 Frakturen,
8 Fälle von isolierten Dornfortsatzbrüchen,
5 Fälle von isolierten Querfortsatzbrüchen,
2 Fälle von Bogenbrüchen.

In 11 Fällen kam es neben der Wirbelfraktur zum Bruch mehrerer Querfortsätze, wobei fast regelmäßig die drei ersten (L 1—3) Lendenwirbel, besonders häufig einseitig, beteiligt waren.

In 15 Fällen kam es zur Kompressionsfraktur an 2 Wirbeln und in einem Fall waren drei Wirbel betroffen.

Das Material wurde nach folgenden Gesichtspunkten geordnet:

I. Häufigkeit der Frakturen in Bezug auf die einzelnen Wirbel,
II. Häufigkeit der Frakturen in Bezug auf das Alter der Patienten,
III. Entstehungsmechanismus der Fraktur und Art der einwirkenden Gewalt.

Ferner wurden die Fälle genauer betrachtet, bei denen es — die Richtigkeit des Beugemechanismus vorausgesetzt — zu einer keilförmigen Kompressionsfraktur mit der Spitze nach hinten kommen müßte.

Anatomische Vorbemerkung.

Nach Ruge, der sich auf Arbeiten von Pusch, Schmorl, Gallois, Junghanns und Schanz über die Statik und Dynamik der Wirbelsäule stützt, ist die Wirbelsäule als ein elastischer Stab anzusprechen, der sich im labilen Gleichgewicht befindet. Dieses Gleichgewicht wird auf der einen Seite bedingt durch einen hohen Innendruck der Bandscheiben, der durch die Wirbelkörper fortgepflanzt wird, andererseits durch den Band- und Muskelapparat, der diesem Innendruck der Bandscheiben entgegenwirkt.

Dieses labile Gleichgewicht bedingt neben den physiologischen Krümmungen die Elastizität der Wirbelsäule.

Die Wirbelkörper haben dabei nach der Ansicht Pusch's nur eine Art Sesambeinfuktion. Auch Schanz spricht von einer kümmerlichen Konstitution, und er beruft sich dabei auf die Darlegungen von Schmorl, der die Wirbelkörper als die zartestgebauten Knochen des Körpers bezeichnet.

Die eigentliche Substanz der Wirbelkörper besteht aus einem relativ weitmaschigen System von Trabekeln bzw. trabekulären Zellwänden, von großen venösen Räumen durchzogen. Diese Substanz ist eingefaßt von einer besonders zarten Corticalis. Eine eigentliche Compacta befindet sich nur im Bereich der Randleisten, die durch die Apophysenkerne entstehen, und in dem hinteren Drittel der Wirbelkörper, dort, wo die Bögen ansetzen. Ueberdies ist die Corticalis noch durch häufige Gefäßeintrittsstellen unterbrochen.

Diese Zweiteilung in Bezug auf die Ausbildung der Kompakta: die zarten aber voluminösen Körper einerseits, die kleineren aber stärker gebauten hinteren Drittel und die Bögen der Wirbel andererseits veranlaßt Kocher, die Wirbelsäule mit einem System von 2 Stäben zu vergleichen, deren vorderer — dargestellt durch die aufeinander gebauten Wirbelkörper — zwar ziemlich voluminös aber relativ schwach, deren hinterer — repräsentiert durch die Zusammenfassung der Gelenkfortsatzsäulen — erheblich dünner aber um so fester gebaut ist. Bei der Kompression der Wirbelsäule in der Längsachse wird deshalb immer der vordere Stab brechen, zumal bei ihm die Angriffsfläche für die einwirkende Gewalt eine größere ist

Das Trabekelsystem der Körperspongiosa ist nach Arbeiten von Schmorl, Gallois nach ingenieurtechnischen Prinzipien aufgebaut und läßt sich in ein transversales und ein longitudinales System trennen, das sich zum Teil in den Faserlagen der Bandscheibe fortsetzt.

Zwischen diesen zartgebauten Wirbeln liegen die Bandscheiben. Sie bestehen im wesentlichen aus einem zwiebelschalenartigen Fasersystem und sind durch die Randleisten der Wirbelkörper in der Mitte etwas dicker als am Rand. Etwas hinter der Mitte umschließen diese Fasermassen den Nukleus pulposus, einen etwa eiförmigen Hohlraum, der mit schleimiger Flüssigkeit angefüllt und durch Wasseraufnahme quellbar ist, so daß er nach Schmorl unter hohem Druck steht. Nach oben und unten geht dieses Fasersystem in eine Wirbelabschlußplatte über, die auch durch Diffusion die Ernährung der Bandscheibe übernimmt.

Die Bandscheiben sind also nach Ruge mit maximal aufgetriebenen Wasserkissen zu vergleichen, die wie Puffer zwischen die unelastischen Wirbelkörper eingeschaltet sind.

Diese Pufferwirkung der Bandscheiben ist aber nur dadurch möglich, daß sie ringsherum von den Längsbändern der Wirbelsäule begrenzt werden und so der Innendruck der Bandscheibe mit der Elastizität des Bandapparates ein labiles Gleichgewicht bildet, das neben den physiologischen Krümmungen von ausschlaggebender Bedeutung für die Funktion der Wirbelsäule ist. Von dem starken Innendruck der Bandscheiben kann man sich dadurch überzeugen, daß man die Wirbelsäule der Länge nach durchsägt. Es quellen dann unter normalen Verhältnissen die Bandscheiben stark über das Niveau der Sägefläche heraus. Ein weiteres Zeichen für den starken Innendruck der Bandscheiben sieht Barleben darin, daß die Menschen durch die Entspannung der Nacht an Länge zunehmen.

Auch das Verhältnis von Bandscheibe und Wirbelkörper spielt für die Beweglichkeit der Wirbelsäule eine Rolle. So sehen wir, daß die Höhe der Bandscheiben bis zur Mitte der Brustwirbelsäule langsam abnimmt, um dann gegen die Lendenwirbelsäule wieder zuzunehmen. Durch die relativ hohen Bandscheiben ist so die große Beweglichkeit der Halswirbelsäule zu erklären. Andererseits lassen die wieder höher werdenden Bandscheiben der Lendenwirbel auch in diesem Abschnitt, trotz der großen Breite der Wirbelkörper, eine gewisse Beweglichkeit zu.

Wenn auch das Verhältnis von Wirbelhöhe und Dicke der Bandscheibe bei der Größe und Art der Bewegung der einzelnen Wirbelsäulenabschnitte eine Rolle spielt, so sind doch die Stellung der Gelenk- und Dornfortsätze von ausschlaggebender Bedeutung.

In der Halswirbelsäule sind die Gelenkflächen von vorn oben nach hinten unten geneigt, und dementsprechend findet eine ausgiebige Beugung, Streckung und Rotation statt. Wobei nach Wagner-Stolper die Beugemöglichkeit nach vorn nur 40 ° beträgt, während sie nach hinten 124 ° ist. Eine Feststellung, auf die wir bei der Erklärung der Keilform noch zurückkommen werden.

Die Gelenkflächen der Gelenkfortsätze in der Brustwirbelsäule sind fast frontal gerichtet, so daß fast ausschließlich seitliche Bewegungen möglich sind. Die Starrheit der Brustwirbelsäule wird außerdem durch die Verbindung mit Rippen und Sternum verstärkt, so daß die Brustwirbelsäule gegenüber den beweglichen Teilen der Hals- und Lendenwirbelsäule fast als ein festes Ganzes wirkt.

Bei der Lendenwirbelsäule sind die Gelenkflächen sagittal gerichtet und so hauptsächlich eine Beuge- und Streckbewegung nach ventral und dorsal möglich. Auch hier bestehen nach Wagner-Stolper wieder wichtige graduelle Unterschiede in der Beweglichkeit nach hinten und vorne. So ist die Beugung nach vorne nur bis zu einem Bogen von 31 °, nach hinten dagegen bis zu einem Bogen von 67 ° möglich.

Die Krümmungen der Wirbelsäule lassen sich in ein doppelt gekrümmtes S aufgliedern, wobei sich die schärfste Abknickung zwischen Sakrum und Lendenwirbelsäule befindet. Daran schließt sich die vorn convexe Lendenlordose an, einer gespannten Feder vergleichbar, die den Brustkorb trägt und die Erschütterungen für die oberen Körperteile abfängt. Aehnliche Aufgaben hat wohl auch die Brustwirbelsäule. Sie bietet ferner

durch ihre Kyphose eine großen Raum für die Brustorgane. Wie die Lendenwirbelsäule, so ist auch die Halswirbelsäule in ihrer Funktion und Stellung einer Feder vergleichbar, nur ist sie der geringeren Last entsprechend auch zarter gebaut.

Durch diese physiologischen Krümmungen, zusammen mit der Elastizität der Bandscheiben, ist die Wirbelsäule mit einer zusammengepreßten, lasttragenden Feder (Rosenthal) zu vergleichen, die so in der Lage ist, die Erschütterungen bei der Fortbewegung vom Kopf bzw. vom Zentralnervensystem fernzuhalten und Gewalteinwirkungen herabzumindern.

Ist für die passive Funktion der Wirbelsäule das Zusammenarbeiten von Bandscheibe, Wirbelkörper und Bändern nötig, so ist die Haltung des Rumpfes die Rückenmuskulatur von ausschlaggebender Bedeutung.

Allgemeines über Wirbelverletzungen.

Vergleicht man die Statistiken, die das Verhältnis der Wirbelbrüche zu den Gesamtfrakturen betreffen, von früher mit den Angaben der letzten Jahre, so findet man eine deutliche Abweichung voneinander.

Während die großen Statistiken von Bruns eine Häufigkeit von 0,4 % (1877), die von Gurlt eine Häufigkeit von 0,33 % aufweisen, ist die Zahl nach Chudowsky im Jahre 1898 schon auf 0,59 % gestiegen. Um 1929 nach Arbeiten von Püschel, Jordan und Wolf liegt die Zahl um 3,8 %, um 1934 nach der Angabe Linsenmann's nach einem größeren Material der Freiburger Klinik auf 4,1 % anzusteigen.

Diese starke Vermehrung der Wirbelfrakturen läßt sich nicht allein durch die stark verbesserte Röntgentechnik erklären und damit im Zusammenhang durch die häufigere Anwendung des Röntgenapparates, sondern sie sind nach Meinung der verschiedensten Autoren wirklich häufiger geworden. Was man aber der verbesserten Röntgentechnik zuschreiben kann, ist die Aenderung des Gesamtbildes insofern, als durch die bessere Diagnostik sich vor allem die leichteren Fälle vermehrt haben und aus diesem Grunde sich der Prozentsatz der Heilungen verbessert habe (Fumugalli).

Die absolute Zunahme der Wirbelverletzungen erklärt sich vor allem durch die Intensivierung von Verkehr und Sport, wobei Ruge besonders den Schwimmsport (Turmspringen), Ski- und Motorradsport im Auge hat. Intensivierung des Verkehrs und der Arbeit, zumal durch die Wiedereinstellung auch älterer

Arbeitskräfte in den Produktionsprozeß, lassen auch für die nächsten Iahre ein weiteres Ansteigen erwarten.

Nach Berufen geordnet finden sich ein starkes Ueberwiegen der Handarbeiter, stark im Vordergrund die Bauarbeiter. Wenn in den letzten Jahren die Wirbelverletzungen der Kopfarbeiter und Frauen (O s g o o d) zunehmen, so ist dies vor allem der Zunahme des Verkehrs und des Sportes zuzuschreiben, an welcher diese Berufe mindestens ebenso stark, wahrscheinlich sogar in stärkerem Maße, beteiligt sind.

Am Anfang der Besprechung des Einflusses, den das Alter auf die Häufigkeit der Wirbelbrüche hat, sei eine Vorbemerkung erlaubt, die nicht nur gewisse Schlüsse auf die verschiedene Häufigkeit der Frakturen in den einzelnen Altersklassen erlaubt, sondern auch für die Röntgendiagnostik von Interesse ist.

Gegen Beginn der 4. Embryonalwoche finden sich beiderseits median vom Chordastrang die Sklerome paarig angelegt, mit je einem normalen Fortsatz, der das Medullarrohr umgreift. In jeder dieser paarigen Anlagen bilden sich drei Verknorpelungszentren aus. Während der Ausbildung des Knorpels bildet sich die Chorda zurück und ist fast in diesem Alter schon auf die Bandscheiben beschränkt. Nur ein schmales Perichondralseptum verbindet die einzelnen Chordareste noch miteinander und hält die Erinnerung an die Paarigkeit der Anlage wach.

Diese in der frühen Entwicklungsgeschichte der Wirbelkörper bedingte Unabhängigkeit der beiden Anlagehälften äußert sich in einer Fülle von Variationen und Mißbildungen. So kann es neben gröberen medianen Spaltbildungen, die selten übersehen werden, zur Ausbildung von Schaltwirbeln auf einer Seite kommen, die zur Skolliose der Wirbelsäule führen können. Diese Schaltwirbel kommen in verschiedenen Graden vor: von der kleinsten Anlage bis zur Ausbildung einer ganzen Wirbelhälfte. Sind diese Anlagen von den benachbarten Wirbeln nicht durch Bandscheiben getrennt, sondern verschmelzen miteinander, so spricht man von Blockwirbeln, die je nachdem aus 2 oder mehreren Wirbelanlagen bestehen können. Differentialdiagnostisch gegenüber Erkrankungsresten im späteren Alter ist die Zahl der Querfortsätze zu verwerten (R u g e), weil den Blockbildungen, die auf Anlagestörungen beruhen, eine ungerade Zahl von Fortsätzen angehören muß.

Der Verknöcherungsvorgang wiederholt fast den Verknorpelungsprozeß. Auch hier befindet sich zunächst im Wirbelkörper ein Knochenkern, der paarig angelegt ist; wenigstens im oberen Drittel der Wirbelsäule, der aber bald zu einem Kern

verschmilzt. Etwa zur gleichen Zeit entstehen die Knochenkerne in den Bögen der Wirbel, so daß der Wirbel von drei Zentren aus verknöchert wird. Hierbei beherrschen die Kerne der Wirbelbögen auch nur einen Teil der hinteren Körperbildung, so daß fast nur ein Drittel des Wirbelkanalumfanges von dem Körperknochenkern gebildet wird.

Gegen Ende des ersten Lebensjahrzehntes ist die Verknöcherung des Körperzentrums vollendet. Zu dieser Zeit tauchen nach Schmorl die Apophysenkerne auf, die die Randleisten ausbilden und etwa erst mit dem 25. Lebensjahr mit dem Wirbelkörper völlig verschmelzen. Diese Randleisten wurden früher als Wirbelepiphysen aufgefaßt, die das Längenwachstum der Wirbelkörper verursachen sollten. Schmorl konnte aber zeigen, daß es sich um typische Apophysen handelt, denn die für das Längenwachstum typische Säulenanordnung der Knorpelzellen, die sogenannte Ossifikationszone, das Charakteristikum der Epiphyse, fehlt.

Im gleichen Alter — etwa zwischen 6 und 9 Jahren — beginnen sich Apophysenkerne auch an den Dorn- und Querfortsätzen auszubilden, die im allgemeinen bis zum 20. Lebensjahr verschwinden, weil sie Anschluß an die zentrale Knochenmasse gefunden haben. Aber auch ein längeres Bestehenbleiben ist beobachtet worden und führt dann röntgenologisch leicht zu der Fehldiagnose eines Quer- oder Dornfortsatzbruches.

Die knöcherne Vereinigung des zentralen Knochenkernes mit den Bogenkernen findet im allgemeinen im 3.—6. Lebensjahr, die der beiden dorsal gelegenen bis zum 13. Lebensjahr statt. Die Vereinigung der Apophysen mit den zentralen Knochenmassen ist in der Zeit von 20 bis 25 Jahren abgeschlossen.

Da demnach die Wirbelkörper bis fast gegen Ende des 2. Jahrzehntes wenigstens zu einem Teil aus Knorpel bestehen, werden wir in dieser Zeit eine größere Elastizität und Beweglichkeit der Wirbelsäule vorfinden, und so — durch die bessere Möglichkeit, einer einwirkenden Gewalt auszuweichen — eine geringere Häufigkeit der Wirbelfrakturen in diesem Alter erwarten, zusammen mit einer relativen Häufung der Luxationen, welche auch durch die größere Beweglichkeit zu erklären ist.

Aber nicht nur die Entwicklungsvorgänge der Wirbelsäule lassen Schlüsse auf die verschiedene Häufigkeit der einzelnen Altersklassen zu, sondern auch die Alters- und Abnutzungserscheinungen. Es ist verständlich, daß die in so vieler Richtung hin beanspruchte Wirbelsäule im Laufe des Lebens stärke-

ren Abnutzungserscheinungen ausgesetzt ist als irgend ein anderer Skelett-Teil. Es ist begreiflich, daß das Wechselspiel zwischen dem Innendruck der Bandscheibe und der nicht allzufest gebauten Spongiosa des Wirbelkörpers durch die Anforderungen, die durch Verkehr, Sport und Arbeit gestellt werden, im Laufe der Zeit stärker gestört wird (R u g e). Eine Störung in diesem Wechselspiel kann von zwei Seiten ausgehen. Nämlich einmal durch die Knochenabbauvorgänge in den Wirbelkörpern, das andere Mal durch Veränderungen in der Struktur der Bandscheiben.

Die Altersosteoporose der Wirbelkörper zeigt sich nach S c h m o r l - J u n g h a n n s in einem Schwund der Trabekel, sowohl zahlenmäßig als auch in der Dicke. P o m m e r*) ist der Ansicht, daß dabei der Abbau weitergeht, während der Anbau vermindert ist. M o o s e r*) und E n g l u n d*) glauben, die Ursache in einer Aenderung der Ernährung und Störungen der inneren Sekretion zu sehen, während S c h m o r l glaubt, daß es sich um Altersvorgänge handelt, die über das physiologische Maß nicht hinausgehen und nur durch ihre funktionelle Sonderstellung klinisch in den Vordergrund treten.

Als Folge dieser Abbauvorgänge im Wirbel kommt es zur starken Eindellung in der Mitte des Wirbels und zum Bild des Fischwirbels, oder falls auch die Randleisten in Mitleidenschaft gezogen werden, zum Bild des Plattwirbels. Der Körper versucht nach P ü s c h e l, diesen vermehrten Raum zwischen den Wirbeln durch Verflüssigung des Gallertkernes etwas auszugleichen.

Die Altersveränderungen der Bandscheibe äußern sich nach S c h m o r l klinisch in der Alterskyphose, deren Wesen in einer Degeneration der vorderen Bandscheibenpartien liegt. In diesen Partien bilden sich zunächst Risse, in die es hineinblutet. Danach kommt es zur bindewebigen Organisation und eventuell zur Knochenbildung (Spongiosa). In den hinteren Partien bleibt die Bandscheibe meist erhalten.

Neben diesem Vorgang der Blutung und Organisation kann es aber auch zur vollkommenen Nekrose dieser vorderen Partien kommen.

Im Gallertkern spielen sich nach P ü s c h e l ähnliche Vorgänge ab, die zu einer Wasserverarmung und bindegewebigen Organisation des Nukleus pulposus mit Verkalkung führen können. Die Folge dieser Vorgänge ist die Spondylosis.

---

*) Zitiert nach R u g e.

Wenden wir uns nach diesen Vorbemerkungen den Literaturangaben zu, so sehen wir, daß nach den meisten Autoren häufigere Frakturen vom 20. bis zum 60. Lebensjahr anzutreffen sind. Dagegen sind Wirbelbrüche im hohen Greisenalter fast ebenso selten wie Kompressionsfrakturen bei Kindern.

Stock kann 3 Fälle von Wirbelbrüchen bei Kindern unter 10 Jahren mitteilen, von denen der jüngste Patient 3¾ Jahr ist. Auch Aschan, Ruge und Jaki teilen solche Fälle mit, während Wagner-Stolper die Grenze noch um das 16. Lebensjahr festlegen möchte.

Ruge errechnet aus den Listen Haumanns bei einem Material von 666 Fällen für die einzelnen Altersklassen folgende Häufigkeit:

10—20	78	11,8 %
20—30	192	22,8 %
30—40	189	28,3 %
40—50	153	23,0 %
50—60	36	5,4 %
60—70	7	1 %

Stock veröffentlicht ein Krankengut von 235 Fällen, das durch die besondere Häufigkeit im 3. Lebensjahrzehnt von den Angaben Haumanns und auch von den unsrigen abweicht.

10—20	36	15,3 %
20—30	77	32,8 %
30—40	37	15,8 %
40—50	41	17,4 %
50—60 u. darüber		17,4 %

Unser Material zeigt eine fast gleichmäßige Beteiligung des 3. bis 6. Jahrzehnts, wogegen das 2. und 7. Jahrzehnt nur eine geringe Häufigkeit aufweist.

10—20	4	2,9 %
20—30	28	20,0 %
30—40	36	25,7 %
40—50	31	22,2 %
50—60	29	20,7 %
60—70	12	8,6 %

Die Zahlen Haumanns stimmen im Großen und Ganzen mit den unsrigen überein, nur daß bei uns auch das 6. Lebensjahrzehnt relativ häufig beteiligt ist, so daß eine fast gleichmäßige Häufigkeit von 20—60 Jahren zu finden ist. Diese Differenz der beiden Statistiken ist wohl dadurch zu erklären, daß den Angaben Haumanns fast ausschließlich bergmännisches Material zugrunde lag, bei dem die höheren Lebensalter kaum noch so dem Trauma ausgesetzt sind; während in unserem Krankengut relativ viele Verkehrsunfälle und Stürze von Gerüsten eine Rolle spielen, denen das 6. Jahrzehnt fast genau wie die jüngeren ausgesetzt sind.

Brack glaubt, von einer besonderen Gefährdung des 6. Jahrzehnts sprechen zu können, die man sich vielleicht dadurch erklären kann, daß dies die Zeit ist, wo sich der Patient gerade noch im Arbeitsprozeß befindet, die Alters- und Abnutzungsvorgänge aber schon relativ weit fortgeschritten sind, so daß in dieser Zeit das Verhältnis von Beanspruchung zu Anpassung am ungünstigsten ist.

Während Ruge auch Beziehungen zwischen Alter und Häufigkeit der Lokalisation zu sehen glaubt, dergestalt, daß die Verletzungen der Halswirbelsäule vor dem 20. Lebensjahr besonders häufig sind, so ist bei uns eine fast gleiche Verteilung der Halswirbelsäulenverletzungen über die einzelnen Jahrzehnte. Auch hier vermag das Material ausschlaggebend sein durch die Anzahl der Sportverletzungen. Denn die Halswirbelverletzungen der Jugendlichen dürften — wenigstens nach unserem Material — wohl zum größten Teil beim Sport (Turmspringen, Turnen und Baden) vorkommen.

Aber ein anderer deutlicher Zusammenhang zwischen Alter und Fraktur hat sich aus unserem Krankengut ergeben. 85 % der Querfortsatzbrüche fallen in den Zeitraum vom 20. bis zum 40. Lebensjahr, also in eine Zeit, in der die Rückenmuskulatur maximal ausgebildet ist. Dadurch läßt sich die besondere Häufigkeit der durch Muskelzug entstandenen Abrißfrakturen an den Querfortsätzen in dieser Zeit erklären.

Die Häufung der Querfortsatzfrakturen in den letzten Jahren ist wohl hauptsächlich durch die Vervollkommnung der Röntgentechnik bedingt. Querfortsatzbrüche kommen fast ausschließlich an der Lendenwirbelsäule vor, vereinzelt ist auch die Halswirbelsäule befallen. Oft handelt es sich nicht um isolierte Querfortsatzfrakturen, sondern um Komplikationen bei Kompressionsfrakturen und anderen Verletzungen der Wirbelsäule. Eine Erklärung für die besondere Häufigkeit in der Lendenwirbelsäule gibt die Anatomie. Die Querfortsätze der Lendenwirbel zeichnen sich durch ihre Länge und durch ihren schlanken, zarten Bau aus, zugleich sind sie aber Ansatzpunkte für starke Muskelgruppen (errector trunci, Longissimus dorsi und Iliopsoas). Durch diese anatomischen Verhältnisse erklärt sich die Disposition der Lendenwirbelquerfortsätze für die indirekten Frakturen durch Muskelzug, wie sie bei maximaler Beugung der Wirbelsäule nach vorn oder auch zur Seite, beim Vornüberfallen des Körpers bei plötzlichen, reflektorischen Muskelkontraktionen zur Verhütung eines Falles un dals Komplikationen bei Kompressionsfrakturen vorkommen. Auch für

die Frakturen, die durch direkt einwirkende Gewalten, durch Schlag, Schuß oder Stoß entstanden sind, gibt der zarte anatomische Bau eine Erklärung. Diese Art der Querfortsatzfrakturen ist aber deshalb nicht häufig, weil das Polster der Muskulatur so stark ist, daß die direkte Einwirkung einer Frakturgewalt auf die tief und geschützt liegenden Querfortsätze wenig wahrscheinlich erscheint (Haumann).

Während Niedlich, Linow, Quaintance und Kennedey glauben, daß die meisten der von ihnen beobachteten Querfortsatzbrüche durch einen direkten Mechanismus entstanden sind, vertreten Magnus, Schmieden, Haumann den Standpunkt, daß es sich um indirekte Frakturen handelt, die durch Muskelzug entstehen. Auch konnte Galdan viele Fälle mit einem einwandfreien indirekten Entstehungsmechanismus mitteilen. Auch unsere Ergebnisse sprechen deutlich für die indirekte Genese der Querfortsatzfrakturen, denn wie wäre die auffällige Häufung im Alter von 20 bis 40 Jahren anders zu erklären, als durch die starke Ausbildung der Muskulatur. Auch sind in der Aetiologie der Frakturen Stürze von Gerüsten mit Vornüberbeugung des Körpers besonders häufig. Wir finden sie sowohl im Gefolge von Kompressionsfrakturen als auch isoliert. Bei den Querfortsatzbrüchen, die sich als Komplikationen bei Kompressionsfrakturen einstellen, soll nach Quetsch die Frakturlinie an der Basis verlaufen, während sie sich sonst im äußeren Drittel oder an der Spitze befindet. Schießl betont, daß bei Kompressionsfrakturen relativ häufig doppelseitige Querfortsatzbrüche vorkommen, die sonst selten zu beobachten sind.

Es handelt sich meist um einseitige Mehrfachbrüche, wobei besonders häufig die aufeinander folgenden Fortsätze der Lendenwirbel getroffen werden (Magnus).

In unserem Material handelt es sich bei 16 Fällen 11mal um mehrere Fortsätze und auffallend häufig um den 1.—3. Lendenwirbelquerfortsatz, so daß wir folgende Gesamthäufigkeit feststellen konnten:

1. Lendenwirbelquerfortsatz in 11 Fällen
2. Lendenwirbelquerfortsatz in 10 Fällen
3. Lendenwirbelquerfortsatz in 10 Fällen
4. Lendenwirbelquerfortsatz in 5 Fällen
5. Lendenwirbelquerfortsatz in 2 Fällen.

Diese Reihenfolge deckt sich fast mit den Veröffentlichungen von Magnus und Toschiti, während nach anderen

Autoren (Hoffmann, Ott) der 3. und 4. Lendenwirbel besonders häufig betroffen ist.

Wenden wir uns nun der Art der Gewalteinwirkung zu, die zu einem Wirbelbruch führen kann.

Eine Wirbelfraktur kann entstehen durch eine Gewalteinwirkung in der Längsachse der Wirbelsäule und durch maximale Beugung des Oberkörpers nach vorne. Beide Vorgänge: der der Stauchung in der Längsachse und der der maximalen Rumpfbeugung nach vorne sind selten voneinander vollkommen zu trennen. Anamnestisch lassen sich folgende Unfallhergänge besonders häufig erheben:

Der in gebückter Stellung arbeitende Bergmann wird von einer sich von den Hangenden ablösenden Gesteinslast auf die Schultern oder das Genick getroffen und dadurch wie ein Taschenmesser zusamengeklappt (Magnus). Auch in anderen Schwerarbeiterkreisen kommen ähnliche Traumen vor: Getreidesack fällt aufs Genick, ein fallender Baum fällt auf die Schultern der Waldarbeiter, Telephonstange schlägt Arbeiter nieder. Aehnliche Ergebnisse gibt es auch, wenn der bewegte Teil nicht irgend eine Last, sondern der menschliche Körper selbst ist, so z. B. beim Sturz vom Baugerüst, von der Leiter, vom Telegraphenmast, vom Heuboden, beim Stehen in einem abstürzenden Fahrstuhl, wobei die einwirkende Gewalt sowohl an den Füßen, dem Gesäß, aber auch am Kopf angreifen kann, wie wir es z. B. beim Turmspringen und Turnen sehen. Ein typischer Vorgang ist auch bei Landfrauen während der Erntezeit das Herabrutschen vom hochbeladenen Erntewagen, wobei die oft nicht ganz leichten Frauen mit dem Gesäß auf der Landstraße oder Tenne landen (Ruge). Auch das Zusammendrücken durch das Scheunentor beim Einfahren der Ernte wird nicht selten beobachtet.

Die Art des Verletzungsvorganges findet bei den einzelnen Autoren eine ganz verschiedene Würdigung, die sich z. T. durch die Art des zugrundeliegenden Materials erklären läßt.

So findet Haumann in 71 % seiner Fälle einen Unfallvorgang, wie ihn Magnus beschrieben hat, bei dem der in kauernder Haltung arbeitende Bergmann durch die herabstürzenden Steinlasten nach vorn zusammengeklappt wird. Ferner spielen in seinem Material noch Sturz in den Schacht und Zusammenpressen zwischen zwei Wagen eine größere Rolle.

Eine ganz andere Verteilung der Häufigkeit der einzelnen Entstehungsursachen ist dagegen in unserem Krankengut zu bemerken Weitaus am häufigsten, nämlich in 76 Fällen, also in

54 %, ist der Sturz von Gerüst oder Leiter die Ursache der Wirbelkörperfraktur.

An zweiter Stelle in der Häufigkeit steht der Verkehrsunfall, der in 25 Fällen = 17,85 % die Ursache bildet.

An dritter Stelle finden wir als Unfallvorgang das Zusammenbrechen unter schweren Lasten, wobei es sich vor allem um Masten, Balken, Träger, Zementsäcke und andere, hauptlich im Baugewerbe vorkommende Lasten handelt.

Diese Differenz in der Häufigkeit der einzelnen Ursachen zwischen der Mitteilung Haumanns und unseren Angaben läßt sich voll und ganz durch die Verschiedenheit des Materials erklären: Indem das vorwiegend bergmännische Material Haumanns dem Großstadtkrankengut unserer Klinik gegenübersteht mit der starken Beteiligung des Baugewerbes und den vielen Verkehrsunfällen.

Lokalisation der Frakturen.

Bei dem Versuch, uns an Hand des Krankenmaterials Rechenschaft über die Lokalisation der Wirbelfrakturen zu geben, stoßen wir auf deutliche Unterschiede bei den einzelnen Abschnitten der Wirbelsäule. Besonders auffallend ist die Häufung der Frakturen beim Uebergang der Brust- in die Lendenwirbelsäule. So kann Magnus angeben, daß in seinem Krankengut $^2/_3$ aller Wirbelkörperfrakturen diese Uebergangsstelle treffen, und zwar in der Reihenfolge: 1. Lendenwirbel, 12. Brustwirbel und 2. Lendenwirbel. Auch unsere Statistik bestätigt die Angabe Magnus' voll und ganz und stimmt somit auch mit den Veröffentlichungen Haumanns überein, während andere Statistiken — obwohl sie bis auf wenige Ausnahmen (Radmann, Robertson) die größte Häufigkeit auch auf die Uebergangsstelle von Brust- zu Lendenwirbelsäule legen — doch diesen Wert von $^2/_3$ nicht annähernd erreichen. Auch der Uebergang der beweglichen Hals- zur festen Brustwirbelsäule zeigt in den einzelnen Mitteilungen eine vermehrte Häufigkeit an.

Vergleichen wir nun an Hand der Literaturangaben die verschiedene Reihenfolge der einzelnen Wirbel in Bezug auf die Häufigkeit der Frakturen!

An den Anfang seien unsere Ergebnisse gestellt:

1. Lendenwirbel	in 34 Fällen =	24,11 %
2. Lendenwirbel	in 32 Fällen =	22,69 %
12. Brustwirbel	in 15 Fällen =	10,64 %
3. Lendenwirbel	in 5 Fällen =	6,38 %

Es folgen dann der

4.	Lendenwirbel	= 3,54 %
5.	Lendenwirbel	= 3,54 %
3.	Brustwirbel	= 3,54 %
5.	Brustwirbel	= 3,54 %
6.	Halswirbel	
4.	Brustwirbel	
5.	Brustwirbel	
8.	Brustwirbel	
9.	Brustwirbel	
11.	Brustwirbel	
2.	Halswirbel	
7.	Halswirbel	
2.	Brustwirbel	

Haumann veröffentlicht folgende Reihenfolge:

1.	Lendenwirbel	in 77 Fällen	= 34,53 %
2.	Lendenwirbel	in 35 Fällen	= 15,70 %
12.	Brustwirbel	in 35 Fällen	= 15,70 %
3.	Lendenwirbel	in 17 Fällen	= 7,62 %
4.	Lendenwirbel	in 14 Fällen	= 6,28 %
11.	Brustwirbel	in 11 Fällen	= 4,93 %
10.	Brustwirbel	in 7 Fällen	= 3,14 %
5.	Lendenwirbel	in 3 Fällen	= 2,34 %

Aehnliche Ergebnisse finden wir auch bei Stock, bei einem Material von 222 Fällen:

1.	Lendenwirbel	in 75 Fällen	= 21,52 %
2.	Lendenwirbel	in 61 Fällen	= 17,83 %
3.	Lendenwirbel	in 42 Fällen	= 12,83 %
4.	Lendenwirbel	in 26 Fällen	= 7,38 %
12.	Brustwirbel	in 25 Fällen	= 7,01 %
5.	Lendenwirbel	in 17 Fällen	= 4,97 %
11.	Lendenwirbel	in 14 Fällen	= 4,09 %

Es folgen dann der

8.	Brustwirbel
7.	Halswirbel
4.	Brustwirbel
5.	Halswirbel
10.	Brustwirbel
7.	Brustwirbel
6.	Brustwirbel
9.	Brustwirbel
3.	Brustwirbel
6.	Halspirbel

Die geringste Häufigkeit zeigen der 1. und 2. Hals- und der 1. und 2. Brustwirbel.

Zum Schluß noch einige ältere Ergebnisse von Schießl und Menards:

1.	Lendenwirbel	17,8 %
2.	Lendenwirbel	17,8 %
12.	Brustwirbel	14,0 %
3.	Lendenwirbel	14,0 %
5.	Lendenwirbel	7,0 %
10.	Brustwirbel	7,0 %
4.	Lendenwirbel	5,4 %
11.	Brustwirbel	3,5 %

Menards:

12.	Brustwirbel	20,8 %
1.	Lendenwirbel	20,3 %
11.	Brustwirbel	9,6 %
10.	Brustwirbel	8,4 %
2.	Lendenwirbel	6,0 %

Neben diesen aufgeführten Statistiken finden sich übereinstimmende Ergebnisse bei Osgood, Thorndike, van der Veer und Dickinson, während Radmann eine besondere Häufigkeit des 5. Lendenwirbels festzustellen glaubt, Traylor als häufigst betroffenen Wirbel den 10. Brustwirbel angibt und Robertson von 50 Frakturen 29mal die Lokalisation in der Halswirbelsäule findet. In diesem letzten Fall läßt sich die eigenartige Lokalisation wohl durch die Art des Krankengutes erklären, indem es sich vorwiegend um Wassersportverletzungen handelt, die durch die häufig auf den Kopf einwirkende Gewalt beim Turmspringen, Tauchen usw. eine besondere Gefährdung der Halswirbelsäule bedingen.

Suchen wir nach Erklärungen für die Häufigkeit der Frakturen in den Wirbelsäulenabschnitten, so stoßen wir bei den einzelnen Autoren auf ganz verschiedene Meinungen, die zum Teil durch den Unterschied des Materials begründet sind, das ihren Veröffentlichungen zugrunde lag.

Kompressionsfrakturen können entstehen einmal durch eine Gewalt, die in der Längsachse des Körpers einwirkt (so z. B. beim Fall auf den Kopf, das Gesäß oder die Füße) und die Wirbelkörper zusammenstaucht, das andere Mal durch extreme Beugung nach vorne bei Verschüttungen oder sonstigen Stauchungen, die im Sinne einer Vorwärtsbeugung wirken und so besonders die vorderen Teile der Wirbelkörper unter Druck setzen.

In den meisten Fällen sind diese beiden Faktoren: der Druck in der Längsrichtung und die Vornüberbeugung nicht voneinander zu trennen, weil der Körper als Ausgleichbewegung und auch Schreckreaktion bei Gewalteinwirkung eine Rumpfbeugung nach vorne macht und so die einwirkende Gewalt schon auf eine nach vorn gebeugte Wirbelsäule auftrifft. Außerdem erhält auch jede, oder fast jede in der Längsachse einwirkende Gewalt dadurch beugenden Charakter, daß die kyphotische Brustwirbelsäule über die Lordose der Hals- und Lendenwirbelsäule überwiegt. Auch ein großer Teil der in der Literatur als durch direkte Gewalt entstandenen angegebenen Wirbelfrakturen — so glaubte man doch früher, daß der direkte Mechanismus häufiger sei als der indirekte — ist auf

eine Ausweichbewegung des Oberkörpers nach vorne und damit auf einen indirekten Mechanismus zurückzuführen.

Diese beiden Faktoren: Beugung und Längsgewalt, werden in Bezug auf ihre Wichtigkeit von den einzelnen Autoren verschieden beurteilt.

An den Anfang möchte ich die Meinung Bracks stellen, weil nach seiner Ansicht der Beugemechanismus ganz im Vordergrund steht.

Nach Brack ist die Wirbelsäule ein S-förmiger Stab mit drei Pfeilern. Durch Beugung nach vorn wird die Abknickung, die bei aufrechter Körperhaltung zwischen der unteren Brust- und Lendenwirbelsäule besteht, ausgeglichen, so daß die Wirbelsäule dann einem Bogen gleicht, dessen Kulminationspunkt nach der Meinung Bracks an dem Uebergang von Brust- und Lendenwirbelsäule liegt. Wie bei einem typischen Biegungsbruch soll es nun an der Höhe der Biegung zur Fraktur kommen.

Da nun der Körper, oft nur als Abwehrvorgang, wie schon oben betont, eine Vorwärtsbeugung macht, so stellt die Wirbelsäule im Augenblick der Gewalteinwirkung einen gebogenen Stab dar, der an seinen beiden Enden zusammengepreßt wird und auf seinem Kulminationspunkt — nach Brack der Uebergang zwischen Brust- und Lendenwirbelsäule — zusammenbricht. Kocher, Magnus und Haumann sind dagegen der Meinung, daß als Kuppenwirbel der 4. und 5. Brustwirbel angegeben werden muß. Eine Ansicht, die durch die relative Häufigkeit der Frakturen in diesem Teil der Brustwirbel — die sich kaum auf andere Weise erklären läßt — bestätigt zu werden scheint.

Dieser Angabe Bracks steht die Meinung Kochers gegenüber, der vor allem von den anatomischen Verhältnissen ausgeht, von der verschiedenen Konstruktion der Wirbelkörperteile. Wie schon oben weiter ausgeführt, steht dem aus einem relativ weitmaschigen System von Trabekeln und Zellwänden bestehenden Wirbelkörper, der nur im Bereich der Randleisten über eine eigentliche Kompakta verfügt, das hintere Drittel der Wirbelkörper gegenüber, dort, wo die Wirbelbögen ansetzen, das erheblich dünner, aber um so fester gebaut ist. Diese Zweiteilung veranlaßt Kocher, von einem System von 2 Stäben zu sprechen, bei dem der vordere — die Summe der aufeinander gereihten Wirbelkörper — zwar voluminös aber sehr schwach, während der hintere — die Zusammenfassung der Gelenkfortsatzsäulen, erheblich dünner, aber fester gebaut ist.

Trifft dieses System von 2 Stäben nun eine Gewalteinwirkung in der Längsachse, so muß nach Kocher auch ohne Beugung nach vorn der vordere Stab zusammenbrechen, deshalb, weil er erstens schwächer gebaut ist, andererseits durch sein größeres Volumen auch eine größere Angriffsfläche für die senkrecht einwirkende Gewalt bietet.

Neben dieser einen Bedingung für die Wirbelkörperfraktur, die in der anatomischen Konstruktion liegt, stellt auch Kocher als zweite Bedingung die beschränkte Beweglichkeit im Sinne der Gewalteinwirkung fest, die wir an den Stellen der Wirbelsäule finden, die sich durch Häufung der Frakturen auszeichnen.

Auch Matti hält die Beweglichkeit im Sinne der Flexion von entscheidendem Einfluß für die verschiedene Häufigkeit der Wirbelkörperfrakturen in den einzelnen Abschnitten der Wirbelsäule. So glaubt er, die verhältnismäßig geringe Häufigkeit der Halswirbelbrüche durch die starke Beuge- und Ausgleichbewegungsmöglichkeit der Halswirbelsäule zu erklären, wobei es dann häufiger zur Luxation bzw. zur Luxationsfraktur kommen muß.

Nach seiner Meinung sind Kompressionsfrakturen dort zu erwarten, wo der Vorwärtsbeugung infolge der reduzierten Flexionsmöglichkeit größerer Widerstand entgegensteht, so daß der Hauptteil der Gewalt im Sinne der Längsachse wirkt. Diese reduzierte Flexionsmöglichkeit finden wir besonders im Bereich der unteren Brust- bzw. oberen Lendenwirbelsäule, weil hier die Flexionsmöglichkeit nur bis zum Ausgleich der physiologischen Lordose geht. Solange die Seitengelenke Widerstand leisten, kommt es zu einer hebelartigen Wirkung auf die Wirbelkörper — wobei die Achse quer durch die Seitengelenke geht — und es kommt dann nach Erschöpfung der Beugemöglichkeit zu der charakteristischen keilförmigen Kompressionsfraktur der spongiösen Wirbelkörper.

Matti glaubt also, daß sich die besondere Häufigkeit dieser Stellen durch die Bewegungseinschränkung im Sinne der Flexion ergibt und nicht durch eine größere Beweglichkeit dieser Abschnitte der Wirbelsäule, wie es von anderen Autoren angegeben wird.

Die Richtigkeit dieser Anschauung, daß die geringe Beugemöglichkeit nach vorn einen wesentlichen Faktor für die besondere Häufigkeit darstellt, wird durch Experimente von Wagner-Stolper bestätigt. Danach verfügt die Lendenwirbelsäule über eine Beugungsfähigkeit nach vorn bis zu einem

Bogen von nur 31 °, während sie nach hinten eine Beugungsmöglichkeit bis zu 67 ° hat. Aehnliche Unterschiede in Beweglichkeit nach vorn und hinten finden sich bei der Halswirbelsäule. Hier kann eine Beugung nach vorne nur bis zu 40 °, nach hinten dagegen bis zu 124 ° stattfinden. Durch diese große Beweglichkeit der Halswirbelsäule sehen wir relativ selten Kompressionsfrakturen, weil jeder Achsenstoß beugende Wirkung erhält und es wohl zu einer Luxation oder Luxationsfraktur, aber nur selten zur Erschöpfung der Beugemöglichkeit und damit zu Kompressionen der Wirbelkörper kommen kann.

Eine weitere wesentliche Erklärung für die verschiedene Häufigkeit der Wirbelfrakturen bei den einzelnen Abschnitten der Wirbelsäule bringen die Versuche von Ménard und Féré*), mit denen auch die Mitteilung Gioias übereinstimmt. Nach den Versuchen und Angaben dieser Autoren, kommt es bei Fall auf den Kopf vorwiegend zu Frakturen im Bereich der Halswirbelsäule, weil sich die einwirkende Gewalt von Wirbel zu Wirbel erschöpft, bei dem Fall auf das Gesäß oder die Füße finden wir dagegen die Frakturen besonders häufig in der Lendenwirbelsäule lokalisiert.

Diese Angaben wurden an Hand unseres Krankengutes überprüft.

Es wurden dabei nur die Fälle verwertet, bei denen der Ort und die Art der einwirkenden Gewalt einwandfrei festzustellen war.

Von den Fällen, bei denen einwandfrei die Gewalt an den Füßen oder am Gesäß einwirkte, befanden sich in 86 % die Kompressionsfrakturen im Bereich vom 12. Brust- bis zum 2. Lendenwirbel. Davon entfallen auf den 2. Lendenwirbel allein 46 %, auf den 12. Brustwirbel 23 % und auf den 1. Lendenwirbel 15 %.

Da in unserem Material der Sturz auf das Gesäß oder die Füße weitaus der häufigste Unfallvorgang ist, so läßt sich — nach den obigen Ausführungen mit Recht — eine besondere Häufigkeit der Lendenwirbelfrakturen erwarten.

In den Fällen, bei denen die einwirkende Gewalt zunächst den Kopf traf, sind die Ergebnisse nicht ganz so eindeutig, deshalb, weil die Kraft nicht so direkt übertragen wird, wie es bei der Lendenwirbelsäule der Fall ist, und es durch die größere Beweglichkeit der Halswirbelsäule zu einer Beugeausgleichbewegung kommt.

---

*) Zitiert nach Matti.

Immerhin sind auch hier in $^3/_4$ der Fälle die Frakturen in der Halswirbelsäule lokalisiert. Hier stehen der 3. Halswirbel mit 25 % und der 2. Halswirbel mit 16 % an den ersten Stellen.

Durch die Tatsache der sich langsam erschöpfenden Gewalteinwirkung ist auch die merkwürdige Angabe von Robertson zu erklären, der bei 50 Frakturen 29mal eine Lokalisation in der Halswirbelsäule fand, und so von einer besonderen Prädelektionsstelle sprechen zu können glaubte. Allein, wenn man an die Art seines Krankengutes — mit vorwiegenden Wassersportverletzungen — denkt, so erhält man dadurch eine weitere Bestätigung der von Ménard, Féré und Gioia vertretenen Ansicht.

Ein neues Moment in der Erklärung für die verschiedene Beteiligung der einzelnen Wirbelsäulenabschnitte wird durch Quetsch in die Diskussion gebracht. Er glaubt, daß neben der mangelnden Beweglichkeit im Sinne der Gewalteinwirkung auch das Zusammentreffen von beweglichen mit unbeweglichen Teilen der Wirbelsäule eine Rolle spielt. So kommen besonders in der unteren Halswirbelsäule Frakturen vor, weil die bewegliche Halswirbelsäule auf die relativ starre Brustwirbelsäule auftrifft, genau so soll in der unteren Brust- bzw. oberen Lendenwirbelsäule die Häufigkeit der Frakturen deshalb so groß sein, weil hier starre und bewegliche Teile aufeinander treffen. Hier kommt weiter als förderndes Moment hinzu, daß nach der Ansicht Quetschs die Brustwirbelsäule durch ihre Verbindung mit Rippen- und Brustbein, und durch die relativ geringe Höhe ihrer Zwischenwirbelscheiben als Ganzes wirkt und dadurch bei Stauchungen mit der Rumpflast auf die Lendenwirbelsäule auftrifft.

Der Vollständigkeit halber sei zum Schluß auch noch die Meinung von Schanz erwähnt. Er sieht in den mit Luft gefüllten Hohlräumen des Körpers — der Brust und Bauchhöhle — eine Art Luftkissen, das bei plötzlichen Bewegungen der Wirbelsäule bremsend wirke. So können rasch fortschreitende Skoliosen der Wirbelsäule eine Folge veränderter Luftverhältnisse durch eine Hernie sein und durch eine Herniotomie beseitigt werden. Für die Luftverhältnisse in der Brusthöhle spielt dagegen der Kehldeckelabschluß eine gewisse Rolle.

Zusammenfassend läßt sich die große Häufigkeit der Wirbelfrakturen im Bereich der Lendenwirbelsäule also einmal durch den anatomischen Bau, das andere Mal durch Art und Angriffspunkt der einwirkenden Gewalt erklären. Mit Matti, Kocher, Quetsch und Haumann werden wir die Prä-

delektionsstellen da suchen, wo die Wirbelsäule durch ihren Bau am wenigsten in der Lage ist, den Gewalteinwirkungen auszuweichen, sich die vorderen Wirbelkörperteile also leichter berühren und kompromieren können. Vor allem ist dies in der Lendenwirbelsäule der Fall, weil hier die Wirbel in lordotischer Stellung stehen und nur eine größere Beweglichkeit und damit Ausgleichsmöglichkeit nach hinten besitzen, während eine Beugung nach vorne nur bis zum Ausgleich der physiologischen Lordose stattfinden kann. Wagner-Stolper konnte diese Unterschiede der Beweglichkeit nach hinten und vorn an Hand von Versuchen bestätigen. Die Lendenwirbelkörper zeichnen sich außerdem durch besondere Größe aus und bieten dadurch Gewalteinwirkungen eine große Angriffsfläche. Da nun, wie schon oben breiter ausgeführt, fast allen einwirkenden Gewalten, einmal durch das Ueberwiegen der Brustkyphose, das andere Mal durch die Ausweichbewegung des Körpers, eine Beugekomponente zukommt, muß es in der Lendenwirbelsäule, nach Ausgleich der physiologischen Lordose und damit Erschöpfung der Beugemöglichkeit zur Kompressionsfraktur der Wirbelkörper kommen.

Weiterhin läßt sich die große Beteiligung der Lendenwirbelsäule dadurch erklären, daß der Sturz auf das Gesäß oder die Füße ein sehr häufiger Unfallvorgang ist und es bei derartig angreifenden Kräften — nach Ménard, Féré und Gioia — zu einer Wirkung im Bereich der Lendenwirbelsäule kommt, weil sich die Gewalt von Wirbel zu Wirbel erschöpft. In unserem Krankengut kam es bei derartigen Fällen in 85 % zu einer Fraktur im Bereich von Thoracale 12 bis Lumbale 2.

Auch das Zusammentreffen von beweglichen und starren Wirbelsäulenteilen — wie es Quetsch betont — mag eine Rolle spielen, vor allem dadurch, daß die Brustwirbelsäule durch ihre Verbindung mit Rippen und Sternum als Ganzes mit der Rumpflast auf die Lendenwirbelsäule einwirkt.

Die Häufigkeit der Lendenwirbelfrakturen durch einen einfachen Biegungsmechanismus zu erklären — der bei den Angaben Bracks im Vordergrund steht —, wobei die Lendenwirbel den Kulminationspunkt des Wirbelsäulenbogens bilden, erscheint nicht richtig, zumal von Kocher, Haumann u. a. der Kulminationspunkt der Wirbelsäule auf den 4.—6. Brustwirbel verlegt wird. Die relative Häufigkeit der Frakturen in diesem Brustwirbelabschnitt scheint diese letzte Angabe zu bestätigen. Auch müßte — ein einfacher Beugemechanismus vorausgesetzt — es besonders häufig zu einer Wirbelkörperfraktur

in der Lendenlordose kommen, wenn bei stehendem Menschen eine Gewalt in der Längsachse wirkt oder es sogar zu einer Beugung nach hinten kommt. Hierbei müßte dann die Spitze des keilförmig komprimierten Wirbelkörpers nach hinten zeigen. Wie wir an anderer Stelle weiter ausführen werden, ist dies jedoch nicht der Fall.

Aehnlich liegen die Verhältnisse an der Halswirbelsäule, nur sind sie hier nicht so eindeutig, weil durch die größere Beweglichkeit die Ausgleichsmöglichkeit eine größere ist. Wie Matti betont, kommt es durch die größere Beweglichkeit häufig zu Luxationen und Luxationsfrakturen. Alle Luxationen der Halswirbelsäule sind Beugeluxationen nach vorne (Haumann), denn sowohl forcierte Beugung als plötzliche Ueberstreckung führt oder kann zur Beugeluxation nach vorne führen. Bei der Ueberstreckung der Halswirbelsäule sollen sich nach Wagner-Stolper die gegabelten Dornfortsätze auf die darunter liegenden aufstemmen. Es kommt dadurch zum Abreißen der Bandscheibe und zur Verrenkung der Gelenkfortsätze und damit zu einer Abbiegung des oberen Wirbels nach vorne.

Doch können wir eine relative Häufigkeit der unteren Abschnitte der Halswirbelsäule feststellen, die sich durch die geringere Beugemöglichkeit nach vorn — wie sie von Wagner-Stolper beschrieben wurde — und das Zusammentreffen der beweglichen Hals- mit der unbeweglichen Brustwirbelsäule erklären läßt. Weiterhin kommt — genau wie auch bei der Lendenwirbelsäule — hinzu, daß bei Fall auf den Kopf sich durch die erschöpfende Gewalt $^3/_4$ der Frakturen in der Halswirbelsäule lokalisieren. Jedoch stehen in unserem Krankengut die Fälle, bei denen die Gewalt zuerst den Kopf trifft, bedeutend zurück gegenüber den Fällen, bei denen der Angriffspunkt das Gesäß oder die Füße ist.

Eine relative Häufigkeit scheint auch den 4. bis 6. Brustwirbel auszuzeichnen, weil sie den Kulminationspunkt der Brustkyphose bilden und bei forcierter Beugung ein Ausweichen an dieser Stelle wegen der schmalen Zwischenwirbelscheiben schlecht möglich ist.

Eng mit der Frage der Lokalisation und der verschiedenen Häufigkeit ist auch die Frage nach der Ursache der typischen Keilform der Wirbelkörperfrakturen verbunden.

Wenn von der Keilform des gebrochenen Wirbelkörpers die Rede ist, so meint jeder stillschweigend, daß der Körper vorn zusammengesunken ist, während er hinten erhalten blieb. Es ist

dabei selten aber die Rede davon, daß er — einen reinen Beugemechanismus vorausgesetzt — diese Form eigentlich nur annehmen kann, wenn er mit den Nachbarwirbeln in kyphotischer Stellung stand und im Bogen der Wirbelsäule entsprechend zusammengedrückt wird, wie es Braak angab.

Sollte dieser Mechanismus — dieser Biegungsbruch — der auschlaggebende Faktor für das Zustandekommen einer Wirbelkörperfraktur sein, so müßte dann, wenn der Wirbel mit dem Nachbarwirbel in lordotischer Stellung sich befindet, auch mal ein Keil mit der Spitze nach hinten entstehen können. Diese Lordose finden wir normalerweise beim stehenden Menschen in der Lendenwirbelsäule. Trifft also ein schweres Gewicht oder eine in der Längsachse einwirkende Gewalt einen stehenden Menschen auf die Schulter, oder kommt es sogar einmal bei einem Sturz zu einem Beugemechanismus nach hinten, so müßte dann in der Lendenwirbelsäule — die Richtigkeit des Beugemechanismus vorausgesetzt — eine keilförmige Kompressionsfraktur mit der Spitze nach hinten entstehen.

An Hand unserer Krankengeschichten, aus dem Schrifttum und an Hand unserer Röntgenbilder wurde dieser Frage nachgegangen.

Im Schrifttum konnte kein eindeutig beschriebener Fall gefunden werden, bei dem es zu einer keilförmigen Wirbelkörperkompression gekommen wäre, bei der die Spitze des Keiles nicht nach vorn, sondern nach hinten zeigte. Dagegen wurden häufiger Wirbelbrüche beschrieben, bei denen es zu einer stärkeren seitlichen Komprimierung des Wirbelkörpers gekommen war. Von Magnus wird angegeben, daß starke Gewalteinwirkungen, bei denen es während oder kurz nach dem Unfallvorgang zu einer seitlichen Bewegung des Körpers gekommen war, und auch stark achsendrehende Kräfte eine solche seitliche Keilform entstehen lassen können.

Aus dem Krankengut möchte ich 6 Fälle herausgreifen, die mir besonders geeignet erscheinen, die aufgeworfene Frage zu beantworten, weil bei ihnen der Unfallmechanismus eindeutig eine Beugung nach vorne ausschließt und weil sie auch sonst unseren gestellten Forderungen entsprechen.

Fall 1.

Der 60jährige Bauarbeiter H. R. ist am 16. 7. 37 bei Arbeitsbeginn aus 3 m Höhe mit dem Gesäß in einen Teereimer gefallen, der nur halb gefüllt war. Beim Halteversuch hat er sich nach hinten übergeworfen, dabei den Rücken auf die untere

Eimerkante gedrückt, so daß gleichzeitig vorne die Füße und hinten der Kopf (Kopfhaematom) mit dem Boden in Berührung kamen. Er hatte anschließend an den Unfall nur geringe Schmerzen und ist selbständig nach Hause gegangen.

Die Röntgenaufnahme in den nächsten Tagen ergibt: R. H. Kl. 12 678, 23. 6. 37. Aufnahmen in beiden Ebenen zeigen den von oben nach unten komprimierten 12. Brustwirbel, dabei ist die linke Hälfte des Wirbelkörpers stärker in Mitleidenschaft gezogen als die rechte. Der 11. Brustwirbel steht deutlich tief, ohne jedoch ein Zeichen der Mitverletzung zu zeigen.

Fall 2.

Der 31jährige Bauarbeiter A. St. ist am 9. 11. 35 beim Tragen einer Mörtellast auf den Schultern durch die Bretter gebrochen und nach hinten übergestürzt.

Röntgenaufnahme: Die Aufnahme der unteren Brust- und Lendenwirbelsäule zeigt, daß der 1. Lendenwirbel im Ganzen und besonders in seinem vorderen Teil keilförmig verschmälert ist.

Fall 3.

Der 45jährige Monteur O. B. wurde beim Tragen eines Telegraphenmastes, den er mit seinen Kameraden zusammen auf der Schulter hatte, von diesem zu Boden gedrückt, weil seine Kameraden vorzeitig losgelassen hatten.

Röntgenaufnahme: Es handelt sich um eine Luxationsfraktur des 12. Brustwirbelkörpers mit Beteiligung des 1. Lendenwirbels, Zermalmung der Zwischenscheibe und resultierender Blockbildung.

Der 1. Lendenwirbelkörper ist etwa zur Hälfte abgeflacht, deformiert und unregelmäßig begrenzt. Gegenüber dem 12. Brustwirbel ist er um 1—2 cm verschoben. Hochgradige nach rchts offene Abknickung der Wirbelsäule im Bereich der Bruchstelle.

Im seitlichen Bild zeigt sich, daß es zwischen dem 12. Brust- und 1. Lendenwirbel zu einer fast vollständigen Blockbildung gekommen ist. Die Randleisten sind schnabelförmig ausgezogen.

Fall 4.

Der 26jährige Maschinenschlosser E. Sch. wurde am 16. 10. 35 von einem Balken (15 Ztr.), der ihm im Genick lag, zu Boden gedrückt, wobei Patient angibt, daß er nach hinten umgeknickt sei. Er konnte sich vor Schmerzen nicht aufrichten und mußte abtransportiert werden.

Röntgenaufnahme: Treppenförmiger Absatz an der rechten lateralen Randkontur des 3. Lendenwirbelknochens mit leichter Abflachung der rechten Seite. Auch in der seitlichen Aufnahme sieht man die unterbrochene vordere Randkontur. Röntgendiagnose: Seitliche Infraktion des 3. Lendenwirbels.

Fall 5.

Der 46jährige Holzarbeiter H. K. rutschte am 22. 12. 37, als er eine schwere Trage Holz auf den Schultern hatte, im Schnee aus und stürzte mit der niederfallenden Last auf den Rücken. Er konnte sich nicht mehr erheben und mußte von seinen Arbeitskameraden nach Hause geschafft werden.

Röntgenaufnahme: Skoliose der Wirbelsäule und Kompressionsfraktur des 3. und 5. Lendenwirbels mit seitlicher Keilform.

Fall 6.

Der 27jährige Fleischermeister A. N. wollte am 25. 7. 36 eine Zweizentnerlast Fleisch die Kellertreppe hinauftragen. Durch einen Fehltritt knickte er nach hinten mit dem Oberkörper um, ohne hinzufallen. Heftige Schmerzen im Kreuz.

Röntgenaufnahme: Bogenbruch des 5. Lendenwirbels.

In allen 6 Fällen entsprach die einwirkende Gewalt unseren Voraussetzungen, d. h. es kam bei aufrechter Körperhaltung zu einer Kraft, die ohne Beugung nach vorn, sondern durch Einwirkung in der Längsachse oder sogar mit einer Beugung nach hinten zu einer Fraktur im Bereich der Lendenlordose führte. Bei allen 6 Fällen hätte es also zu einer keilförmigen Kompression mit der Spitze nach hinten kommen müssen. In keinem Fall ist dieses Ergebnis eingetreten. In keinem unserer vielen Röntgenbilder, die bei Kompressionsfrakturen der Wirbelsäule in den letzten fünf Jahren gemacht worden sind, konnte ein hinter stärker als vorne komprimierter Wirbelkörper gefunden werden.

Diese Resultate sprechen eindeutig dafür, daß der Biegungsbruchmechanismus nie als alleiniger Faktor für die Entstehung der Kompressionsfrakturen und der Keilform in Frage kommen kann. Dagegen rücken die Angaben K o c h e r s in den Vordergrund. Er erklärt die Häufigkeit des mit der Spitze nach vorne entstehenden Keiles — gestützt auf die anatomischen Unterschiede im Bau der Wirbelkörperteile — dadurch, daß bei Belastung der Wirbelsäule in der Längsachse die vorderen Partien der Wirbelkörper zuerst zusammenbrechen müssen, weil sie erstens so zart gebaut sind und zweitens durch ihre Breite der einwirkenden Kraft eine größere Angriffsfläche bieten. Daneben weist aber auch schon K o c h e r und nach ihm M a t t i und H a u m a n n u. a. hin, daß es durch die beschränkte Beweglichkeit im Sinne der Gewalteinwirkung zur Kompression und zum Einbruch der vorderen Partien kommen muß, weil die Beugemöglichkeit an der unteren Hals- und Lendenwirbelsäule nach vorne eine bedeutend geringere ist als nach hinten.

So scheint der Entstehungsmechanismus, wie ihn Matti beschrieb, in der Mehrzahl der Kompressionsfrakturen zuzutreffen: Bei einer Gewalteinwirkung in der Längsachse der Wirbelsäule, denen — wie oben breiter ausgeführt — fast regelmäßig eine Beugekomponente zukommt, muß es nach Erschöpfung der Beugemöglichkeit im Sinne der Gewalteinwirkung zur charakteristischen keilförmigen Fraktur der Wirbelkörper kommen. Denn halten die stärker gebauten hinteren Anteile der Wirbel, die Gelenkfortsätze, der einwirkenden Gewalt stand, so resultiert eine hebelartige Wirkung auf die vorderen Teile der Wirbelkörper, wobei die Achse quer durch die Seitengelenke verläuft.

Die Keilform ist nach Haumann um so spitzer, je stärker die einwirkende Gewalt in der Längsachse der Wirbelsäule ist. Ist die Gewalt sehr stark, so kommt es häufig zu Bruchformen, bei denen der Wirbelkörper in seinem ganzen Durchmesser zusammengedrückt wird, oder man findet neben der allgemeinen Verschmälerung noch eine seitliche Keilform.

Auch hierfür kann eine Erklärung gegeben werden: Durch die starke in der Längsrichtung einwirkende Gewalt kommt es so schnell zu einer gleichzeitigen Fraktur der vorderen und der hinteren Wirbelteile, daß der von Matti beschriebene Hebelmechanismus gar nicht eintreten kann. Es resultiert somit eine Verschmälerung des ganzen Wirbeldurchmessers oder sogar eine Schalenform.

Auch unser Krankengut bestätigt die Richtigkeit dieser Erklärung. Es kam bei eindeutig in der Längsachse einwirkenden starken Gewalten vorwiegend zu einer Verminderung der ganzen Wirbelhöhe oder zu einer seitlichen Keilform, die oft neben der allgemeinen Verminderung bestand.

Für die Entstehung eines Keiles bei Gewalteinwirkungen in der Längsachse wird von anderen Autoren (Göcke, Rogers, Stahl u. a.) auch die Möglichkeit in Erwägung gezogen, daß diese Keilform erst sekundär eintritt. So konnte Göcke mitteilen, daß bei Brustwirbelfrakturen das Zusammensinken des Wirbels, auch nach der Seite, gar nicht selten erst sekundär auftritt. Bei dem Lendenwirbelkörper soll dies allerdings selten vorkommen, weil hier die Knochenbildung so frühzeitig einsetze, daß die Wirbel in kurzer Zeit ihre definitive Form erhalten. Rogers betont, daß in einer Reihe von Fällen mit Kompressionsfrakturen das Röntgenbild unmittelbar nach dem Unfall versagt hätte, während trotz Bettruhe die Keilform bei späteren Aufnahmen deutlich geworden sei. Stahl

glaubt in diesem Zusammenhang, daß die endostale Callusbildung nur sehr langsam vor sich gehe und daß in einer Zahl von Fällen die Keilform nicht im Moment der Gewalteinwirkung, sondern erst später entstehe, entweder bei Gehversuchen oder aber durch den Einfluß der der Wirbelsäule innewohnenden elastischen Kräfte und der Zugwirkung der Muskulatur. Stahl hält es auch für möglich, daß es bei einer Gewalt, die im Sinne einer Beugung nach hinten wirkt, trotzdem zu einer Keilbildung mit der Spitze nach vorne kommen kann. Er erklärt es damit, daß bei Beugung nach hinten der Wirbelkörper durch den Zug der Bandscheiben vorn auseinandergerissen wird und erst sekundär zu einer Art Keilform zusammenrutscht. Dieses Auseinanderweichen der vorderen Wirbelkörperteile durch Zug der Bandscheiben bei Beugung der Wirbelsäule nach hinten läßt sich auch durch die Angabe Quervains wahrscheinlicher machen, daß die in dem Wirbelkörper auftretende Zugspannung eher zum Bruch führen muß als eine Kompression, weil sich bei der Zugwirkung die einzelnen Moleküle der Trabekel entfernen.

Zusammenfassung.

Das Krankengut der Chirurgischen Universitätsklinik wird untersucht in Hinsicht auf die Häufigkeit der Fraktur bei den einzelnen Wirbeln, die Häufigkeit in den verschiedenen Altersklassen und in Hinsicht auf den Entstehungsmechanismus der Wirbelfraktur, sowie die Art der einwirkenden Gewalt. Die Ergebnisse werden mit den Angaben in der Literatur verglichen.

Die starke Vermehrung der Wirbelfrakturen wird vor allem bedingt durch die Intensivierung von Verkehr und Sport.

Die auffallende Häufigkeit der Querfortsatzbrüche im Alter von 20—40 Jahren wird durch die maximale Ausbildung der Muskulatur erklärt.

Als häufigster Unfallvorgang findet sich in dem Großstadtmaterial unserer Klinik der Sturz vom Baugerüst (mit 54 %), dann folgt der Verkehrsunfall mit 17,85 %.

2/3 aller Wirbelfrakturen entfallen in unserem Krankengut auf den Uebergang von der unteren Brust- zur Lendenwirbelsäule. Diese auffallende Lokalisation wird sowohl durch den anatomischen Bau dieser Wirbelsäulenabschnitte als auch durch die Art der einwirkenden Gewalt bedingt.

Folgende Faktoren begünstigen diese Lokalisation:

1. Die geringe Beweglichkeit im Sinne der Gewalteinwirkung. Nach Erschöpfung der Beugemöglichkeit kommt es zur Kompressionsfraktur.

2. Der Angriffspunkt der Kraft wird besonders häufig von Gesäß und Füßen gebildet. Die Gewalt muß sich dementsprechend vorwiegend in der Lendenwirbelsäule auswirken.

3. Die Lendenwirbelkörper zeichnen sich durch besondere Größe und damit Angriffsfläche für die Gewalteinwirkung aus.

4. Das Zusammentreffen von beweglichen mit unbeweglichen Teilen der Wirbelsäule spielt eine Rolle.

Zur Keilform kommt es auch in den lordotischen Abschnitten der Wirbelsäule und auch bei fehlender eigentlicher Beugung. Die Keilform ist vor allem bedingt durch den Unterschied im Bau der vorderen und hinteren Wirbelteile. Bei Erhaltenbleiben der festen hinteren Wirbelanteile während einer Gewalteinwirkung kommt es nach Erschöpfung der Beugemöglichkeit zu einer hebelartigen Wirkung auf die vorderen Wirbelteile und damit zur Keilform.

Eine nach hinten zugespitze Keilform war weder in unserem Krankengut noch in der Literatur zu finden.

Bei sehr starker Gewalteinwirkung kommt es gleichzeitig zum Bruch der vorderen und hinteren Wirbelteile und damit zur Verschmälerung des ganzen Wirbeldurchmessers.

Am Schluß der Arbeit wird auf die Möglichkeit einer sekundären Entstehung der Keilform in einer Zahl von Fällen — besonders bei Beugung der Wirbelsäule nach hinten — hingewiesen.

Ich möchte an dieser Stelle Herrn Dozent Dr. med. H a a s e, Oberarzt an der Chirurgischen Universitäts-Klinik Berlin, Ziegelstraße, für die freundliche Ueberlassung der Arbeit und die mir gewährte Unterstützung meinen Dank aussprechen.

Schrifttum.

Aschan, P. E.: Zentr. Org. Chir. Nr. 37 S. 410.

Brack, E.: Virchow Arch. 272 (1929).
— Deutsche Chir. 221 (1925).

Fumugalli, C. R.: Le fratture del rachide. Archiv. di Orthop. 46, 1930.

Galdan: Zentr. Org. Chir. 42. S. 597.

Gallois: Rev. de Chir. Nr. 44 S. 688 (1925).

Gaugele: Zentralbl. f. Chir. Nr. 54, S. 3106.

Gioia: Zentral. Org. Chir. 56, S. 560.

Göcke: Hefte zur Unfallheilkunde Nr. 8 (Traumatische Wirbelformen im Versuch.)

Haumann: 50. Deutsch. Chirurgen-Kongreß 1926: Die Wirbelsäulenbrüche und ihre Endergebnisse. Enke-Verlag, Stuttgart 1930.

Hoffmann: Zentrlbl. f. Chir. 1922, S. 1443.

Junghanns: Arch. f. klinische Chir. Nr. 165, S. 303.

Jaki: Arch. f. orthop. Chirurgie Nr. 28, 1930.

Chudowski: Bruns klinische Beiträge 1908, Bd. II.

Kennedy: Annal. Surg. 85, S. 519 (1927).

Jordan-Narath u. Wolf: Hefte zur Unfallheilkunde Nr. 13 1932.

Kocker: Mitteil. Grenzgeb. Med. u. Chir. Nr. 1.

Linow: Archiv. f. orthopäd. Chir. Nr. 55 S. 281 (1932).

Linsemann: Häufigkeit und Lokalisation von Knochenbrüchen. Dissert. Freiburg 34.

Magnus, G.: Hefte zur Unfallheilkunde Nr. 8 (Trauma und Wirbelsäule). Deutsche Gesellsch. Chir. 1928.

Matti: Die Knochenbrüche und ihre Behandlung. Verlag: Springer 2. Auflage 1931, Berlin.

Niedlich: Zentrbl. f. Chir. 1925 Nr. 143 S. 78.

Ott, Theo: Bruns Beiträge Nr. 147 (Frakturen d. Wirbelkörper).

Osgood, R. G.: I. amer. med. Assoc. 89, S. 563 (1928).

Pusch, G.: Zentral. Org. f. Chir. (orthpädische) Nr. 43. S. 183.

Püschel: Archiv. Chir. 1925 Nr. 143 S. 78.

Quetsch, Fr.: Die Verletzungen der Wirbelsäule durch Unfall. Berlin 1914 (Verlag Aug. Hirschwald).

Quervain, die Allgemeine Lehre von den Knochenbrüchen. Leipzig 1913 (Verlag: Vogel).

Eickonson, A. und H. L. Nehms: Internat. I. of Med. 38 P. 265 (1925).

Radmann: Beitrg. zur klin. Chir. Bd. 129 S. 466 (1923).

Robertso, V. A.: Fractures of the vertebrae. Long. Island med. J. 2125/259.

Rogers: Boston med. I. 193 S. 494 (1925).

Rosenthal: Ueber Kompressionsfrakturen der Wirbelkörper. Dissert. Hamburg 1928.

Ruge, Ernst: Die Wirbelsäule in der Unfallheilkunde (Hefte z. Unfallheilkunde Nr. 18). Vogel-Verlag Berlin 34. Erg. Chir. 26 1933.

Schanz, A.: Zentral. Org. f. Chir. Nr. 43 S. 837, Zentralblatt f. Chir. 1930 (Wirbelsäule und Bauch).

Schiessl, M.: Zeitschr. f. Chir. Bd. 196.

Schmieden: Hefte zur Unfallheilkunde Nr. 8 (Trauma und Wirbelsäule).

Schmorl, G.: Kongr. d. orthop. Gesellschaft. 1926.

Thorndike: Fractures of the vertebral colum. Acta chir. scand. (Stockh.) 57. S. 339 (1924).

Thoschi, Giov.: Chir. Org. Movim 14 (1929).

Traylor: Compression fractures of the vertebral bodies. Sorth med. J. 24 (1931).

Stahl: Zentralbl. f. Chir. Bd. 54 (Wirbelverletzungen).

Stock: Ueber Wirbelfrakturen und Luxationen. Dissert. Leipzig 1931.

Veer, van Der A. Dickonson and H. L. Nelms: Internat. J. of Med. 38, 265 (1925).

Wagner-Stolper: Deutsche Chirurgen Tag. 40 Stuttgart.

Lebenslauf.

Als Sohn des Mittelschullehrers Oskar Jäckel wurde ich, Wolfgang Jäckel, am 9. I. 14 in Berlin geboren. Da unsere Familie 1921 nach Oranienburg-Eden übersiedelte, besuchte ich das Reform-Real-Gymnasium in Oranienburg und machte dort im März 1933 mein Abitur.

Im Anschluß daran ging ich ein halbes Jahr zum Freiwilligen Arbeitsdienst nach Ostpreußen und begann dann im Wintersemester 1933 an der Universität mein medizinisches Studium. Nach dem 5. Semester legte ich die ärztliche Vorprüfung ab. Auch die folgenden Semester verbrachte ich in Berlin und bestand hier am 18. März 1939 mein Staatsexamen mit Sehr gut.

Mein praktisches Jahr begann ich am 1. April im Virchow-Krankenhaus auf der Geb.-Gynäkol. Abteilung. Nach vier Monaten ging ich auf die Innere Abteilung, der ich zur Zeit noch angehöre.